



*Ministero delle Attività Produttive*  
*Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività*  
*Ufficio Italiano Brevetti e Marchi*  
*Ufficio G2*

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

**Invenzione Industriale**

N.

TO2003 A 000210



*Si dichiara che l'unità copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

Inoltre disegni definitivi depositati alla Camera di Commercio di Torino n. TOR0237 il 09/05/2003  
(pagg. 7).

Roma, li

**25 FEB. 2004**

IL DIRIGENTE  
*Paola Giuliano*  
Dr.ssa Paola Giuliano

AL MINISTERO DELLE ATTIVITA' PRODUTTIVE

AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO



A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione ISTITUTO TRENINO DI CULTURA (EN)  
Residenza TRENTO TN codice 00351880224  
2) Denominazione \_\_\_\_\_  
Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome GIUSEPPE QUINTERNO ed altri. cod. fiscale \_\_\_\_\_  
(Iscr. No. 257BM)  
denominazione studio di appartenenza Jacobacci & Partners S.p.A.  
via Corso Regio Parco n. 27 città TORINO cap 10152 (prov) TO

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/sci) \_\_\_\_\_ gruppo/sottogruppo \_\_\_\_\_

PROCEDIMENTO E APPARECCHIATURA PER LA DETERMINAZIONE DEL GRADO  
ALCOLICO DI UNA SOLUZIONE IDROALCOLICA

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_\_ N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

E. INVENTORI DESIGNATI

1) PISONI GIULIANO 3) PIGNATEL GIORGIO UMBERTO  
2) GUARNIERI VITTORIO 4) \_\_\_\_\_

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione	tipo di priorità	numero di domanda	data di deposito	allegato S/R	SCIOGLIMENTO RISERVE
					Data N° Protocollo
1) _____	_____	_____	____/____/____	_____	____/____/____
2) _____	_____	_____	____/____/____	_____	____/____/____

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc.	N. es.	PROV	n. pag.	riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)
Doc. 1)	1	PROV	13	_____
Doc. 2)	1	PROV	07	disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)
Doc. 3)	1	RIS		dichiarazione sostitutiva di certificazione
Doc. 4)	0	RIS		designazione inventore
Doc. 5)	0	RIS		documenti di priorità con traduzione in italiano
Doc. 6)	0	RIS		autorizzazione o atto di cessione
Doc. 7)	0			nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale lire EURO DUECENTONOVANTUNO/80

COMPILATO IL 21 03 2003 FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

CONTINUA S/NO NO

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA S/NO SI

Jacobacci & Partners S.p.A.

C. C. I. A. A. DI TORINO

TO 2003A 000210

codice 01

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA \_\_\_\_\_

Reg. A

L'anno duemilatre il giorno ventuno del mese di Marzo

il (I) richiedente (I) sopraindicato (I) ha (hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di n. 00 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraindicato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE

IL DEPOSITANTE

GIUSEPPE QUINTERNO



CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO dell'ufficio

L'UFFICIALE ROGANTE

Loredana ZELLADA  
CATEGORIA \_\_\_\_\_

NUMERO DOMANDA

10 2003 A 000210

REG. A

DATA DI DEPOSITO

21/03/2003

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCIO

/ /

## A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione

ISTITUTO TRENTO DI CULTURA

Residenza

TRENTO

TN

## D. TITOLO

PROCEDIMENTO E APPARECCHIATURA PER LA DETERMINAZIONE DEL GRADO  
ALCOLICO DI UNA SOLUZIONE IDROALCOLICA

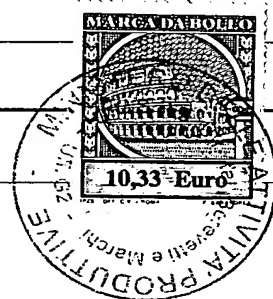
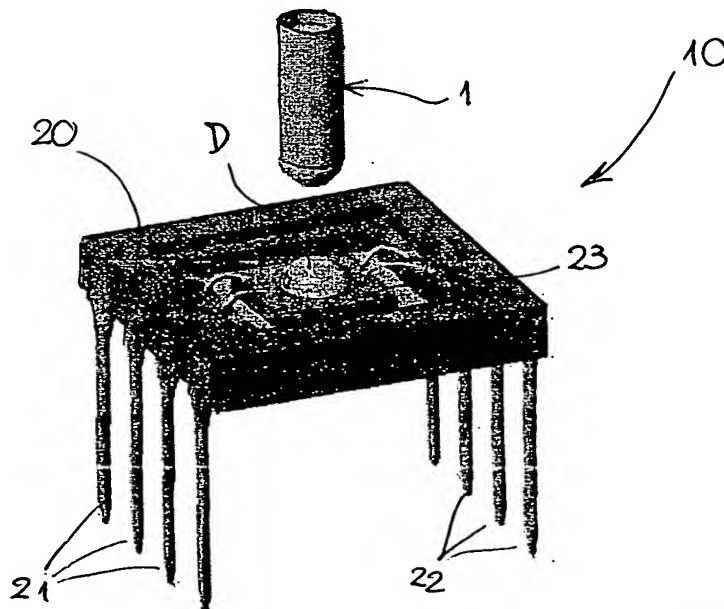
Classe proposta (sez./cl./scf)

(gruppo/sottogruppo)

## L. RIASSUNTO

Il procedimento comprende le operazioni di: provocare il riscaldamento di una quantità predeterminata di soluzione idroalcolica sino ad una sua parziale o completa evaporazione; rilevare, durante il riscaldamento e l'evaporazione di detta quantità di soluzione, l'andamento della sua temperatura nel tempo, e determinare l'energia totale necessaria per provocare una parziale o la completa evaporazione di detta quantità di soluzione, o il tempo occorrente per la parziale o completa evaporazione, o l'integrale di tale temperatura nel tempo durante la parziale o completa evaporazione; il valore di ciascuna di tali grandezze essendo indicativo della concentrazione volumica dell'alcol nella soluzione idroalcolica. (Figura 10)

## M. DISEGNO



DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Procedimento e apparecchiatura per la determinazione del grado alcolico di una soluzione idroalcolica"

Di: ISTITUTO TRENINO DI CULTURA, nazionalità italiana, Via S. Croce 77, 38100 Trento

Inventori designati: Giuliano PISONI, Ing. Vittorio GUARNIERI, Prof. Giorgio Umberto PIGNATEL

Depositata il: 21 marzo 2003

TO 2003 A 000210

\* \* \*

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un procedimento ed un'apparecchiatura per la determinazione del grado alcolico (concentrazione volumica di alcol) di una bevanda alcolica e di soluzioni idroalcoliche in generale.

Svariati soggetti hanno interesse alla determinazione del grado alcolico delle soluzioni idroalcoliche.

I produttori di tali bevande contrattano in base al grado alcolico il prezzo delle materie da cui ricavano i distillati, ad esempio il grado alcolico del vino utilizzato per produrre brandy o della birra utilizzata per produrre whisky. Inoltre, il grado alcolico è un importante parametro di

JACOBACCI & PARTNERS SpA

processo nelle distillerie, in quanto ad esso sono legati gli equilibri termodinamici nelle colonne di rettifica del distillato.

Anche il consumatore finale ha il diritto di conoscere la percentuale di alcol presente nella bevanda che egli acquista.

Storicamente il primo strumento per la misura del grado alcolico di una soluzione idroalcolica è stato l'areometro di Baumé, ideato nel 1770. A più di due secoli di distanza l'areometro di Baumé è ancora lo strumento più utilizzato, soprattutto per la misura del grado alcolico dei distillati.

L'areometro di Baumé altro non è che un densimetro, in quanto il suo principio di funzionamento si basa sulla densità della soluzione idroalcolica da analizzare: l'acqua e l'alcol etilico hanno densità diverse, e precisamente 0,998 kg/l l'acqua e 0,789 kg/l l'alcol a 20°C, e loro miscele hanno pertanto una densità compresa fra tali due valori.

Gli areometri sono apparecchi a lettura diretta e comprendono un tubo o cannello graduato, generalmente di vetro, zavorrato in maniera da assumere una posizione verticale di equilibrio stabile quando vengono immersi in un liquido. La spinta idrostatica (spinta di Archimede) della miscela idroal-

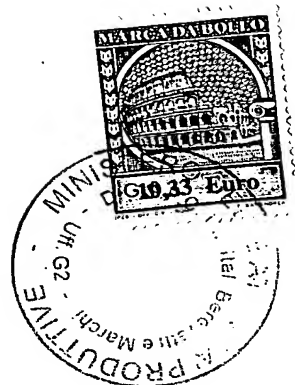
colica sullo strumento determina il punto di affioramento del cannello graduato, che indica direttamente la gradazione alcolica della soluzione. Tale spinta è proporzionale al volume di liquido occupato dal corpo immerso, moltiplicato per la densità del liquido stesso. Per ottenere una lettura diretta lo strumento deve essere tarato sulla curva di dipendenza della densità dalla concentrazione di alcol, che (nel caso dell'alcol etilico) ha l'andamento mostrato nella figura 1 dei disegni allegati. Come si vede in tale figura, l'andamento della densità di una soluzione idroalcolica è monotonicamente decrescente, ma non è lineare in funzione della concentrazione.

Ciò comporta una limitazione per gli areometri. Per ovviare a tale problema gli areometri di precisione hanno una scala graduata limitata tra due valori non troppo distanti di gradazione alcolica. Per poter effettuare misure su tutto il campo di valori, si deve quindi disporre di un set di areometri, ognuno dei quali è destinato ad un intervallo di gradazione alcolica ben determinato. Inoltre, come accade per quasi tutte le sostanze, la densità cambia in funzione della temperatura. Per gli areometri questo parametro costituisce una

terza variabile di cui si deve tener conto. Normalmente gli areometri sono tarati a 20°C e per ogni valore di temperatura che si discosta da tale valore di riferimento si deve ricorrere a tabelle di riduzione, generalmente fornite dalla stessa casa costruttrice.

Una sorta di evoluzione degli areometri è rappresentata dalle apparecchiature a bilancia idrostatica: anch'esse determinano la densità del liquido misurando la spinta idrostatica che il liquido esercita su un bulbo di vetro immerso. Tale bulbo, che contiene al suo interno un termometro a capillare, è agganciato mediante un filo metallico ad una bilancia di precisione. Leggendo il valore della spinta idrostatica sulla bilancia, e tenendo conto della temperatura a mezzo di apposite tabelle di conversione, si può risalire alla densità del liquido.

Le apparecchiature a bilancia idrostatica sono strumenti molto più precisi degli areometri, ma sono anche molto più ingombranti e costosi. Essi necessitano di un banco di appoggio molto stabile e non soggetto ad alcun tipo di vibrazione. Si tratta dunque di apparecchi destinati pressoché esclusivamente all'uso in laboratorio.



JACOBACCI & PARTNERS S.p.A.

Un ulteriore strumento utilizzabile per la determinazione della gradazione alcolica di una soluzione è il picnometro, che comprende una piccola ampolla di vetro dotata di collo e provvista di un tappo smeriglio con un foro capillare. Con questo strumento si possono prelevare con esattezza volumi noti e uguali di acqua distillata e della soluzione di cui si vuole determinare la densità. Mediante tre semplici pesate effettuate ad una certa temperatura costante, a mezzo di una bilancia analitica di precisione si determina il peso del picnometro vuoto, il peso del picnometro con acqua distillata ed il peso del picnometro con la soluzione in esame. Con una semplice formula si può poi allora calcolare la densità relativa della soluzione in esame cioè la densità riferita a quella dell'acqua.

Verso il 1850, circa un secolo dopo l'invenzione dell'areometro di Baumé, fece la comparsa un altro strumento per la determinazione del grado alcolico di una soluzione: l'ebulliometro o ebullioscopio di Malligand. Tale strumento sfrutta la caratteristica delle miscele idroalcoliche di avere diverse temperature di ebollizione in funzione della quantità di alcol che esse contengono.

L'ebulliometro di Malligand comprende una cal-



daia metallica collegata inferiormente ad un tubo anulare inclinato e saldato ad un caminetto, sotto il quale viene posta una lampada di riscaldamento. Tale tubo anulare permette il riscaldamento a termosifone del liquido presente in caldaia. La caldaia è chiusa da un coperchio a vite provvista di due fori e porta un braccio metallico piegato ad angolo retto. Il foro centrale del coperchio è attraversato da un termometro, il cui bulbo pesca nella caldaia ed il cui capillare, piegato anch'esso ad angolo retto, è alloggiato orizzontalmente in un braccio metallico, in corrispondenza di una scala graduata. Nel foro laterale del coperchio viene alloggiato un refrigeratore, la cui funzione è quella di provocare la condensazione dei vapori alcolici evitando che la variazione di concentrazione della soluzione faccia variare il punto di ebollizione.

Per la misura si riempie l'ebulliometro con la soluzione da analizzare, si avvita il coperchio e si installa il refrigeratore riempito con acqua; poi si inizia il riscaldamento e si legge la temperatura massima raggiunta. Questa coincide con una graduazione di una scala alcolometrica, che fornisce direttamente il grado alcolico.

Le bevande alcoliche ottenute mediante distillazione, come le acquaviti, si possono ritenere dal punto di vista fisico come delle soluzioni idroalcoliche pure, cioè costituite da una miscela di acqua ed alcol etilico. Tutti gli altri componenti, pure essendo importanti dal punto di vista organolettico, sono presenti in quantità troppo piccole per ritenere che possano influire sulla misura del grado alcolico.

Per le bevande a basso tenore alcolico, come i vini, la presenza di altri componenti come i tannini, gli acidi, ecc., può falsare la misura del grado alcolico con i metodi densimetrici. L'ebulliometro di Malligand in questi casi offre notevoli vantaggi. Infatti, tale strumento misura la temperatura di ebollizione della soluzione liquida in esame e questa misura è tanto più precisa quanto più la gradazione alcolica è bassa. La figura 2 dei disegni allegati, mostra il diagramma di fase binario acqua-etanolo: la curva inferiore A, detta anche curva di liquidus, rappresenta i punti di ebollizione della miscela; la curva superiore B mostra invece la composizione del vapore in equilibrio con il liquido bollente. Si può notare che la curva di ebollizione A è molto più pendente per le basse

concentrazioni alcoliche. Per questo motivo l'ebulliometro di Malligand assicura una buona precisione sino a concentrazioni alcoliche del 20%.

Le misure effettuate con l'ebulliometro di Malligand sono approssimate, ma presentano il vantaggio della rapidità di esecuzione. Tale strumento non può essere tuttavia utilizzato con soluzioni contenenti zuccheri, come i vini liquorosi, od anidride carbonica, come gli spumanti, perché tali sostanze influiscono notevolmente sulla temperatura di ebollizione. In tali casi si deve prima effettuare una distillazione della bevanda per purificarla dalle sostanze indesiderate e poi misurarne la gradazione alcolica.

Uno scopo della presente invenzione è di mettere a disposizione un procedimento per la determinazione del grado alcolico di una soluzione idroalcolica, il quale richieda l'utilizzo di una quantità minima di soluzione, e che permetta l'effettuazione della misura del grado alcolico in modo preciso e veloce, necessitando a tale scopo di una minima quantità di energia.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è la realizzazione di un dispositivo di determinazione del grado alcolico presentante un costo di fab-



JACOBACCI & PARTNERS SpA.

bricazione relativamente basso, in particolare a fronte di grandi volumi di produzione, e presentante dimensioni ridotte ed un fabbisogno energetico limitato, così da consentirne anche l'implementazione in forma portatile.

Gli scopi sopra citati, ed altri ancora, vengono realizzati secondo l'invenzione con un procedimento le cui caratteristiche salienti sono definite nell'annessa rivendicazione 1, e con un dispositivo le cui caratteristiche sono definite nella rivendicazione 9.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione appariranno dalla descrizione dettagliata che segue, effettuata a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

le figure 1 e 2, già descritte, sono grafici che mostrano l'andamento della densità e della temperatura di ebollizione di una soluzione idroalcolica;

le figure 3 e 4 sono grafici che mostrano l'andamento del calore specifico e della tensione superficiale di una soluzione idroalcolica in funzione del contenuto percentuale in volume di etanolo;

la figura 5 mostra un tubo capillare utilizzato nel procedimento secondo l'invenzione per la formazione di una goccia di soluzione idroalcolica;

le figure 6(a), (b), (c) e (d) sono quattro viste che mostrano una sequenza di formazione e distacco di una goccia a mezzo di un tubo capillare;

le figure 7 ed 8 sono grafici che mostrano, in funzione del tempo  $t$  riportato in ascissa, andamenti esemplificativi della temperatura di una goccia di una soluzione idroalcolica nella fase di riscaldamento ed evaporazione;

la figura 9 è uno schema elettrico, parzialmente a blocchi, che mostra parte di un dispositivo utilizzato per l'attuazione del procedimento secondo l'invenzione;

la figura 10 è un'illustrazione schematica in vista prospettica che mostra parte di un dispositivo secondo l'invenzione;

la figura 11 è un'illustrazione prospettica di una variante di realizzazione di parte del dispositivo secondo l'invenzione;

la figura 12 è un grafico che mostra un andamento temporale esemplificativo della temperatura di una goccia di soluzione idroalcolica nel riscaldamento e nell'evaporazione in un dispositivo se-

condo l'invenzione; e

la figura 13 è un grafico che mostra l'andamento dell'integrale della temperatura di una goccia di soluzione idroalcolica nel riscaldamento e nell'evaporazione completa o parziale, al variare del grado alcolico della soluzione.

Gli alcoli, ed in particolare l'alcol etilico, presentano svariate caratteristiche fisiche che sono quantitativamente differenti rispetto alle corrispondenti caratteristiche dell'acqua. Fra tali caratteristiche, come si è accennato in precedenza, vi sono senz'altro la densità (si veda la figura 1) e la temperatura di ebollizione (si veda la figura 2).

Altre proprietà fisiche di dette sostanze liquide possono essere prese in considerazione in vista della messa a punto di nuovi metodi/dispositivi per la determinazione del grado alcolico di una soluzione idroalcolica. Fra questi vi sono il calore specifico, la tensione superficiale e, almeno in via di ipotesi, il calore latente di evaporazione.

L'acqua e gli alcoli presentano invero un diverso calore specifico, e le loro miscele presentano un calore specifico che varia tra i due valori delle sostanze pure, come è mostrato nella figura 3



(per l'alcol etilico). Osservando tale figura emerge peraltro che alle basse concentrazioni di etanolo, la relazione fra il calore specifico e la concentrazione di etanolo non è monotona e quindi non è biunivoca.

Parimenti, l'acqua e l'etanolo allo stato puro possiedono rispettivi valori di tensione superficiale molto diversi, come si può rilevare osservando gli estremi della curva mostrata nella figura 4. Peraltro la variazione della tensione superficiale di una loro miscela varia piuttosto poco per concentrazioni superiori al 35%.

Anche i valori del calore latente di evaporazione dell'acqua e degli alcoli allo stato puro sono notevolmente diversi fra loro: l'etanolo (ad esempio) oltre ad avere una temperatura di ebollizione più bassa, presenta un calore latente di evaporazione che è meno della metà rispetto a quello dell'acqua. Tuttavia, in relazione ad una miscela di tali sostanze risulta piuttosto problematico definire un valore del calore latente di evaporazione. Infatti, quando una miscela a due componenti comincia a bollire, il vapore che si libera inizialmente è più ricco del componente più volatile (l'alcol nel caso di una soluzione idroalcolica).

Del resto questo fenomeno è quello che viene positivamente sfruttato nel processo di distillazione.

Pertanto, il calore latente di evaporazione non sembrerebbe, in prima battuta, rappresentare un parametro particolarmente significativo in vista della messa a punto di un nuovo metodo/dispositivo per la determinazione del grado alcolico di una soluzione idroalcolica.

Come apparirà più chiaramente dal seguito la presente invenzione si basa invece essenzialmente sull'utilizzo di tale parametro.

Per la determinazione del grado alcolico di una soluzione idroalcolica, secondo l'invenzione si utilizza un condotto capillare, operativamente disposto in verticale, avente un diametro predeterminato (di 0,25 mm, a titolo di esempio non limitativo), quale un ago di una siringa.

In tale condotto capillare si immette una quantità della soluzione idroalcolica in esame.

Come è noto, il peso di una goccia formata all'estremità inferiore di un condotto capillare è legato alla tensione superficiale del liquido ed al raggio del capillare secondo la legge di Tate:

$$mg = 2\pi r_c \quad (1)$$

ove  $m$  è la massa della goccia,  $g$  è l'accelerazione



di gravità,  $\gamma$  è la tensione superficiale del liquido, e  $r_c$  è il raggio del capillare. Con riferimento alla figura 5, ove un tubo capillare è indicato con 1, se il liquido contenuto nel capillare bagna quest'ultimo, nella legge di Tate sopra riportata il raggio  $r_c$  è il raggio esterno, ovvero il raggio  $r_e$  mostrato nella parte sinistra della figura 5, mentre se il liquido non bagna il capillare il suddetto raggio  $r_c$  viene assunto pari al raggio interno del tubo capillare 1, indicato con  $r_i$  nella parte di sinistra della figura 5.

Nel procedimento secondo l'invenzione si provoca (ad esempio mediante una siringa) la fuoriuscita di una goccia della soluzione idroalcolica in esame dall'estremità inferiore del condotto capillare, così come è illustrato indicativamente dalla sequenza delle figure 6(a), (b), (c) e (d). Durante il distacco della goccia D dal condotto capillare 1, come si vede nella figura 6c, si forma un sottile collo liquido ivi indicato con N, che si rompe a metà, ed una parte del liquido della goccia rimane sull'estremità inferiore del condotto capillare.

Per la determinazione del peso della goccia D distaccata dal capillare è pertanto opportuno modificare l'espressione della legge di Tate con un

fattore di correzione  $f$ , dunque secondo l'espressione seguente:

$$mg = 2\pi r_c \cdot f \quad (2)$$

Nel procedimento secondo l'invenzione una certa quantità di soluzione idroalcolica in esame, ad esempio una goccia distaccata da un condotto capillare come sopra descritto, viene dispensata o deposta su un dispositivo riscaldatore, realizzato ad esempio in uno dei modi che verranno descritti nel seguito. Tale dispositivo riscaldatore viene attivato in modo controllato, così da provocare il riscaldamento di tale goccia di soluzione idroalcolica, sino alla sua completa o parziale evaporazione. Durante tale riscaldamento e l'evaporazione della soluzione viene rilevato l'andamento della temperatura nel tempo, nel modo che verrà descritto in appresso, misurando l'integrale di tale funzione nel tempo, o il tempo o l'energia totale necessaria per provocare la completa o parziale evaporazione della soluzione. Il valore di tale grandezze è indicativo della concentrazione volumica dell'alcol nella soluzione in esame.

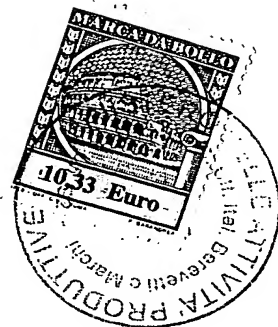
Nel caso in cui il rilevamento della temperatura di detta quantità di soluzione avvenga sino ad una parziale evaporazione della medesima, l'istan-

te finale del rilevamento viene determinato ad esempio a mezzo di un sensore di pesatura associato al dispositivo riscaldatore, al raggiungimento di un predeterminato peso residuo di detta quantità di soluzione sul dispositivo riscaldatore.

L'energia o calore totale per fare evaporare ad esempio una goccia di liquido corrisponde alla somma del calore  $Q_R$  necessario per il riscaldamento dalla temperatura ambiente fino a temperatura di ebollizione  $T_E$ , e del calore  $Q_{VAT}$  necessario per l'evaporazione sino alla scomparsa completa della goccia.

Nella figura 7 è mostrato l'andamento teorico della curva di evaporazione di un liquido in un diagramma temperatura-tempo ( $T/t$ ). L'area tratteggiata sottesa dalla curva della figura 7 è funzione del calore totale assorbito dal liquido, se la potenza fornita nel riscaldamento rimane costante. Una stima analitica del calore totale di evaporazione di una goccia di liquido può essere ottenuta assumendo, in prima approssimazione, che la temperatura rimanga costante durante tutta l'evaporazione, e trascurando il fatto che si tratta di una miscela a due componenti. In tali ipotesi si ha che:

$$Q_{TOT} = Q_R + Q_{VAP} \quad (3)$$



ove

$$Q_R = C_p \cdot m \cdot \Delta T \quad (4)$$

e

$$Q_{VAT} = \Delta H_{VAP} \cdot m \quad (5)$$

m essendo la massa della goccia,  $C_p$  essendo il calore specifico della soluzione, e  $\Delta H_{VAP}$  è il calore latente di evaporazione.

Secondo la legge di Tate riportata in precedenza, si ha che:

$$m = \frac{2 \pi \gamma r_c}{g} \quad (6)$$

Combinando fra loro le relazioni da (3) a (6) si ottiene infine che:

$$Q_{TOT} = \frac{2 \pi \gamma r}{g} (C_p \cdot \Delta T + \Delta H_{VAP}) \quad (7)$$

Nelle relazioni (4) e (7)  $\Delta T$  è

$$\Delta T = T_E - T_A \quad (8)$$

ove  $T_E$  è la temperatura di ebollizione del liquido e  $T_A$  è la temperatura ambiente.

Utilizzando la relazione (7) di cui sopra, ed attribuendo alle varie grandezze che vi figurano i rispettivi valori relativi all'acqua pura ed all'etanolo puro, si può ottenere una stima dei due valori estremi del calore totale di evaporazione  $Q_{TOT}$ , assumendo che il diametro del capillare da cui

si preleva la goccia sia di 0,25 mm e che la temperatura iniziale della goccia  $T_A$  sia di 20°C. Si ha così per l'acqua:

$$Q_{TOT_{H_2O}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 72.8 \cdot 0.25 \cdot 10^{-3}}{9.81} (1 \cdot (100 - 20) + 540.9) \cong 7.238 \text{ cal}$$

e per l'etanolo:

$$Q_{TOT_{C_2H_6O}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 22.4 \cdot 0.25 \cdot 10^{-3}}{9.81} (0.586 \cdot (78.3 - 20) + 209.7) \cong 0.875 \text{ cal}$$

Orbene, i due risultati sopra riportati differiscono di quasi un ordine di grandezza. Ciò è dovuto al fatto che tensione superficiale agisce su entrambi i termini che compaiono all'interno delle parentesi tonde nella relazione (7) di cui sopra.

L'andamento dei valori di  $Q_{TOT}$  di una miscela idroalcolica in funzione della concentrazione alcolica non è stimabile a priori, in quanto il calore latente di evaporazione  $\Delta H_{VAP}$ , di cui non si conoscono le curve sperimentali, rappresenta in entrambi i casi circa l'86% della somma dei termini fra parentesi nella relazione (7).

Nella figura 8 è qualitativamente mostrato come la variazione del grado alcolico agisce sulle curve di evaporazione: le aree tratteggiate sono indicative del calore totale di evaporazione  $Q_{TOT}$  di una goccia, ovvero gli integrali della funzione

temperatura-tempo, che cambiamo al variare della concentrazione alcolica della miscela.

Come apparirà più chiaramente dal seguito, il metodo del calcolo dell'integrale di evaporazione, o del tempo o dell'energia di evaporazione di una soluzione è molto interessante dal punto di vista teorico, anche per il fatto che coinvolge implicitamente diversi parametri fisici della misura, ognuno dei quali contribuisce ad accentuare le differenze tra acqua ed alcol, ma anche per la semplicità della misura stessa: si tratta in sintesi di integrare una funzione temperatura-tempo, e poi di trasformare tale risultato in una indicazione di grado alcolico tramite una curva di calibrazione desunta sperimentalmente in precedenza.

A titolo di esempio, nello schema della figura 9 con 10 è complessivamente indicato un dispositivo di riscaldamento e di misura della temperatura, destinato a ricevere una goccia di una soluzione idroalcolica in esame. Tale dispositivo 10 comprende essenzialmente un resistore riscaldante  $R_H$  accoppiato ad un alimentatore di tensione 11, quale un alimentatore AGILENT E3631A in grado fornire tensioni duali fino al 25 V.

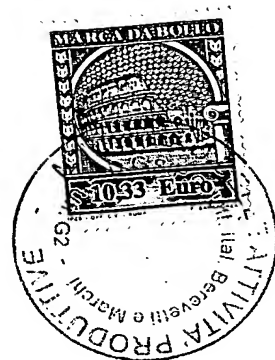
Al resistore riscaldante  $R_H$  è associato un

termistore  $R_T$ , fungente da sensore elettrico di temperatura. A tale termistore è accoppiato un generatore di corrente 12, quale ad esempio un generatore Lakeshore 110, atto ad alimentare a detto termistore una corrente elettrica  $I$  costante, di basso amperaggio.

La tensione ai capi del termistore  $R_T$  viene operativamente acquisita a mezzo di un dispositivo voltmetrico 13. A tale scopo può essere utilizzata ad esempio una scheda di acquisizione National Instruments Daq Pad 6020E, che fornisce dati indicativi della tensione rilevata ai capi del termistore ad un convertitore resistenza/temperatura 14. Tale convertitore può essere implementato con un personal computer munito del software Labview della National Instruments, che consente di acquisire l'andamento nel tempo della tensione sul termistore  $R_T$ . Al convertitore 14 è accoppiato un dispositivo visualizzatore 15.

Nella figura 10 è mostrato un primo modo di realizzazione del dispositivo di riscaldamento e misurazione della temperatura complessivamente indicato con 10 nella figura 9 descritta in precedenza.

Nella realizzazione di cui alla figura 10 il



dispositivo 10 comprende un microheater di tipo per sé noto ad esempio un microheater del tipo GAS500, correntemente utilizzati come supporti termici per sensori di gas. In tal caso la resistenza del resistore riscaldante  $R_H$  e la resistenza del termistore  $R_T$  sono rispettivamente di 1,27 Kohm e di 8,5 Kohm.

Il microheater 23 comprende un singolo substrato di silicio in cui, con la tecnologia dei circuiti integrati, sono realizzati in polisilicio il resistore riscaldante  $R_H$  ed il termistore  $R_T$ .

Con riferimento alla figura 10, il dispositivo di riscaldamento e misurazione della temperatura 10 comprende un package 20 di materiale elettricamente isolante, da cui si estende una pluralità di piedini 21 e 22 di collegamento. Nel package 20 è disposto il microheater propriamente detto 23, sulla cui superficie o faccia attiva superiore è destinata ad essere deposta una goccia D di soluzione idroalcolica a mezzo di un capillare 1.

Come si è detto in precedenza, il capillare 1 può essere l'ago di un siringa. Per poter dispensare la goccia esattamente al centro della superficie attiva del microheater 23, la siringa, munita del capillare selezionato, può essere vantaggiosamente fissata su un supporto per colonnine da titolazione



o simile.

Nella figura 11 è mostrata una variante di realizzazione del dispositivo di riscaldamento ed acquisizione della temperatura indicato con 10 nella figura 9.

Nella realizzazione secondo la figura 11 il dispositivo 10 comprende un resistore 30, presentante un package di materiale plastico 31, che circonda un elemento resistivo riscaldante 32 avente una resistenza elettrica di circa 2 ohm. Il resistore riscaldante 32 affiora in corrispondenza di una faccia del package 30, e in esso è realizzata una cavità 33, ad esempio essenzialmente emisferica, fungente da incavo di ricezione e contenimento per una goccia della soluzione idroalcolica in esame.

In un dispositivo sperimentale è stato utilizzato un resistore da 2 ohm, 2 W, prodotto dalla RS Components, in cui a mezzo di una punta da trapano è stato realizzato un incavo avente un diametro di circa 3 mm.

Sul fondo della cavità 33 è stato posizionato un microtermistore 34. Tale termistore deve ovviamente essere il più piccolo possibile affinché rimanga coperto fino all'ultimo dal liquido in corso

di evaporazione. Un termistore adeguato allo scopo è risultato il termistore Small Bead 103EAJ-H01 della Fenwal Electronics, Inc., che ha una forma ellissoidale con un diametro maggiore di circa 0,5 mm ed un diametro minore di 0,35 mm. Tale tipo di termistore ha una caratteristica di variazione negativa della resistenza in funzione della temperatura (NTC).

Il dispositivo 10 della figura 11 può essere utilizzato essenzialmente in connessione con le apparecchiature di alimentazione e rilevazione descritte in precedenza con riferimento alla figura 9, modificando peraltro soltanto la tensione applicata al resistore riscaldante 32, in quanto la sua resistenza di circa 2 ohm è apprezzabilmente diversa dalla resistenza di circa 1 Kohm del resistore riscaldante di un microheater.

Con un dispositivo del tipo sopra descritto con riferimento alla figura 11 bisogna tenere presente che, a differenza di un microheater, il resistore riscaldante 32 presenta una non trascurabile inerzia termica, e per ciò richiede un certo tempo per raggiungere il regime termico. Tra una misura e l'altra, quindi prima di dispensare la goccia, occorre attendere che la temperatura raggiunga un va-



lore prestabilito uguale per tutte le misure.

Nella figura 12 è mostrato l'andamento della temperatura in funzione del tempo rilevato in relazione all'evaporazione di una goccia di soluzione idroalcolica, in particolare con il secondo dispositivo di misura (figura 11) sopra descritto. La curva che nel grafico della figura 12 mostra l'andamento della temperatura in funzione del tempo è compresa fra un primo ed un secondo fronte, quasi verticali, che identificano l'inizio e la fine dell'evaporazione di una goccia di soluzione.

Ogni volta che viene dispensata una goccia di soluzione, il termistore  $R_T$  (34) del dispositivo di misura subisce un brusco raffreddamento, seguito da un altrettanto brusco riscaldamento. Il secondo fronte di cui alla figura 12 corrisponde invece all'istante in cui l'evaporazione della goccia di soluzione si esaurisce, in quanto l'ultima quantità di liquido che evapora sulla superficie del termistore assorbe calore dal termistore stesso, che di conseguenza si raffredda.

I due fronti del grafico della figura 12 sono suscettibili di essere "riconosciuti" dal programma di acquisizione come l'inizio e la fine dell'evaporazione, ovvero come i due estremi di integrazione

della curva di temperatura nel tempo. L'area sottesa dalla curva della figura 12 rappresenta graficamente l'integrale della temperatura  $T$  nel tempo  $t$  durante l'evaporazione della goccia di soluzione. Tale integrale è funzione del calore totale di evaporazione  $Q_{TOT}$  della soluzione idroalcolica.

Mediante il confronto del valore calcolato dell'integrale di evaporazione con un grafico od una tabella sperimentalmente desunta in precedenza, quale quella presentata nella figura 13, è possibile desumere immediatamente il grado alcolico della soluzione idroalcolica in esame.

Il grafico della figura 13 può essere convenientemente memorizzato nell'apparecchiatura di elaborazione che è accoppiata al dispositivo di riscaldamento e di rilevamento della temperatura 10 utilizzato. In tal caso, il dispositivo visualizzatore 15 della figura 9 può fornire direttamente un'indicazione del grado alcolico rilevato.

Come i tecnici del settore senz'altro apprezzeranno, la metodologia e l'apparecchiatura proposte secondo la presente invenzione risultano estremamente vantaggiose.

Le prove sperimentali effettuate dagli inventori hanno confermato che è possibile ottenere mi-

sure del grado alcolico sufficientemente precise su tutto il campo di gradazione alcolica. La precisione dei dispositivi sperimentali è risultata di circa  $0.5^\circ$ , ma è senz'altro migliorabile mediante affinamenti tecnologici.

In concreto, i vantaggi offerti dall'invenzione rispetto ai sistemi di misura convenzionali sono essenzialmente i seguenti:

quantità di soluzione estremamente modeste per la misurazione ( $<10$  mg);

buona precisione su tutto il campo di gradazione alcolica ( $0,5^\circ$  o minore);

bassissimo consumo energetico ( $<1$  W);

dimensioni molto ridotte del dispositivo necessario;

possibilità di integrazione dell'elettronica di controllo; e

basso costo di fabbricazione.

Naturalmente, fermo restando il principio il principio del trovato, le forme di attuazione ed i particolari di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto è stato descritto e illustrato a puro titolo di esempio non limitativo, senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione come definito nelle annesse rivendicazioni.

### RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la determinazione del grado alcolico di una bevanda alcolica o di una soluzione idroalcolica in generale, comprendente le operazioni di:

- provocare il riscaldamento di una quantità predeterminata di detta soluzione idroalcolica sino ad una sua parziale o completa evaporazione;
- rilevare, durante il riscaldamento e l'evaporazione di detta quantità di soluzione, l'andamento della sua temperatura nel tempo, e
- determinare l'energia totale necessaria per provocare una parziale o la completa evaporazione di detta quantità di soluzione, o il tempo occorrente per la parziale o completa evaporazione, o l'integrale di detta temperatura nel tempo durante la parziale o completa evaporazione; il valore di ciascuna di tali grandezze essendo indicativo della concentrazione volumica dell'alcol in detta soluzione idroalcolica.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, comprendente le operazioni di:

- predisporre un condotto capillare (1) avente un diametro predeterminato e contenente una quantità della soluzione idroalcolica in esame;



- provocare la fuoriuscita di una quantità (D) della soluzione idroalcolica da un'estremità del condotto capillare (1), e poi la deposizione di tale quantità (D) su un dispositivo riscaldatore (10).

3. Procedimento secondo le rivendicazioni 1 o 2, in cui il dispositivo riscaldatore (10) comprende un resistore riscaldante ( $R_H$ ) che viene operativamente alimentato a potenza elettrica costante ed in cui l'energia totale necessaria per provocare la completa o parziale evaporazione di detta quantità (D) della soluzione idroalcolica, viene valutata rilevando l'andamento della temperatura nel tempo di detto resistore ( $R_H$ ), nel periodo di tempo che intercorre fra l'inizio del riscaldamento di detta quantità (D) della goccia di soluzione (D) sul dispositivo riscaldatore (10) e la completa o parziale evaporazione di detta quantità (D).

4. Procedimento secondo la rivendicazione 3, in cui a detto resistore riscaldante ( $R_H$ ) è associato un sensore di temperatura ( $R_T$ ), quale un termistore o una termocoppia.

5. Procedimento secondo la rivendicazione 4, in cui il resistore riscaldante ( $R_H$ ) e l'associato sensore di temperatura ( $R_T$ ) sono realizzati in po-

lisilicio o metallo o silicio impiantato con la tecnologia dei circuiti integrati, in un medesimo substrato di silicio.

6. Procedimento secondo la rivendicazione 4, in cui viene utilizzato un resistore riscaldante ( $R_H$ , 30) la cui forma è adeguata a ricevere e contenere detta quantità di soluzione idroalcolica in esame.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 6, in cui nel resistore riscaldante (30) è realizzato un incavo (33) destinato a ricevere ed a contenere detta quantità di soluzione (D); nel fondo di detto incavo (33) essendo disposto il suddetto sensore di temperatura ( $R_T$ , 34).

8. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui viene misurato il peso della quantità di soluzione idroalcolica durante il suo riscaldamento e la sua evaporazione.

9. Apparecchiatura per la determinazione del grado alcolico di una soluzione idroalcolica, comprendente:

- un dispositivo riscaldatore (10) atto a ricevere una quantità predeterminata (D) di detta soluzione idroalcolica; e
- mezzi di alimentazione, rilevamento e comando (11-15) associati al dispositivo riscaldatore (10)



ed atti ad attivare detto dispositivo riscaldatore (10) in modo controllato per provocare il riscaldamento di detta quantità (D) di soluzione sino ad una sua parziale o completa evaporazione, e per determinare, durante il riscaldamento e l'evaporazione di detta quantità (D), l'energia totale necessaria per provocare la parziale o completa evaporazione di detta quantità (D) di soluzione, o il tempo occorrente per la parziale o completa evaporazione, o l'integrale di detta temperatura nel tempo o durante la parziale o completa evaporazione.

10. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 9, comprendente un condotto capillare (1) avente un diametro predeterminato, atto a consentire la deposizione di una quantità predeterminata (D) di soluzione sul dispositivo riscaldatore (10).

11. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 9 o 10, in cui il dispositivo riscaldatore (10) comprende un resistore riscaldante ( $R_H$ ) e detti mezzi di alimentazione, rilevamento e comando (11-15) sono atti ad alimentare detto resistore ( $R_H$ ) a potenza elettrica costante e per valutare l'energia totale necessaria per provocare la parziale o completa evaporazione di detta quantità (D) di soluzione rilevando l'andamento nel tempo della temperatura

(T) di detto resistore ( $R_H$ ) nel periodo di tempo che intercorre fra l'inizio del riscaldamento di detta quantità di soluzione (D) e una parziale o completa evaporazione di detta quantità di soluzione.

12. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 11, in cui a detto resistore riscaldante ( $R_H$ ) è associato un sensore di temperatura ( $R_T$ ) quale un termistore o una termocoppia.

13. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 12, in cui il resistore riscaldante ( $R_H$ ) e l'associato sensore di temperatura ( $R_T$ ) sono realizzati, ad esempio in polisilicio, metallo e simili, con la tecnologia dei circuiti integrati, in un medesimo substrato di silicio (23).

14. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 12, in cui il resistore riscaldante ( $R_H$ , 30) presenta una forma adeguata a ricevere ed a contenere una quantità (D) della soluzione idroalcolica in esame.

15. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 14, in cui nel resistore riscaldante (30) è realizzato un incavo (33) destinato a ricevere ed a contenere detta quantità di soluzione (D); nel fondo di detto incavo (33) essendo disposto il suddetto sensore di temperatura ( $R_T$ , 34).

16. Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente mezzi di pesatura atti a consentire il rilevamento del peso della quantità di soluzione idroalcolica in esame durante il suo riscaldamento e la sua evaporazione.

Il tutto sostanzialmente secondo quanto descritto ed illustrato, e per gli scopi specificati.



PER INCARICO

  
GIUSEPPE QUINTERNO  
(Iscri. No. 257BM)

  
CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

JACOBACCI & PARTNERS SpA

FIG.1

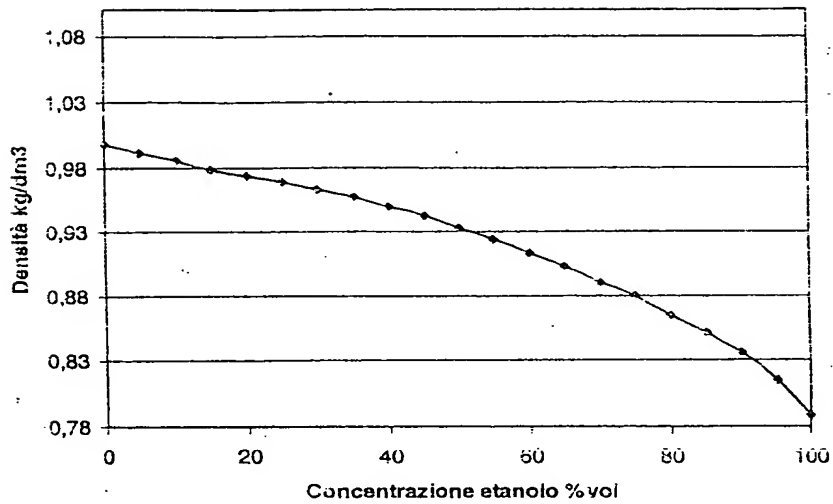
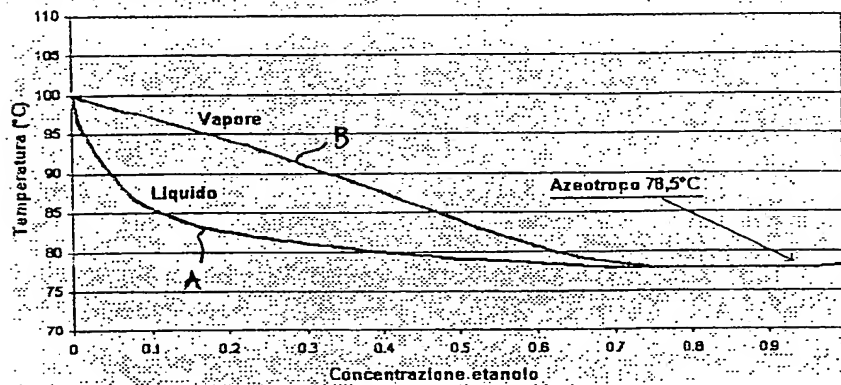


FIG.2



GIUSEPPE QUINTERNO  
(Iscr. No. 257BM)

*Giuseppe Quinterno*



FIG.3

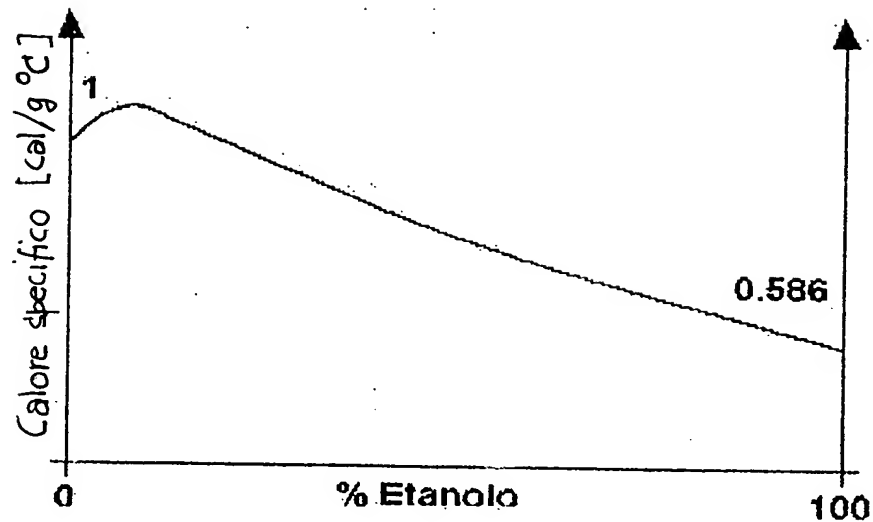
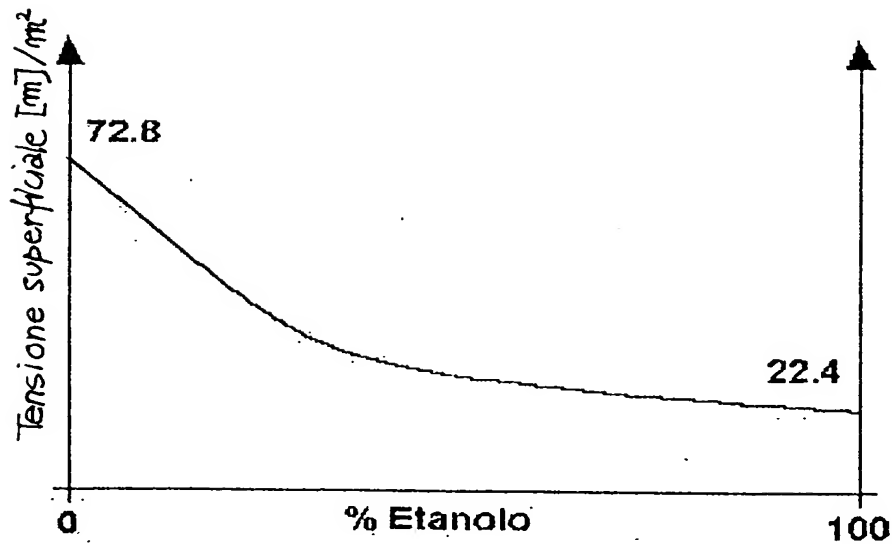


FIG.4



CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

GIUSEPPE QUINTERNO  
(Isr. No. 257BM)

*Giuseppe Quinterno*

FIG.5

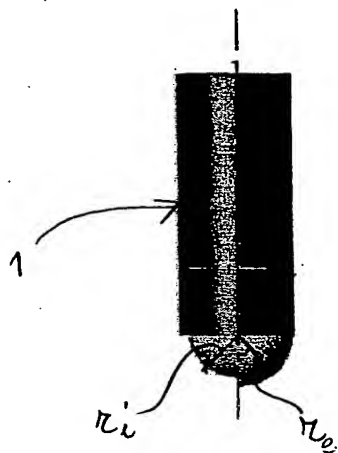
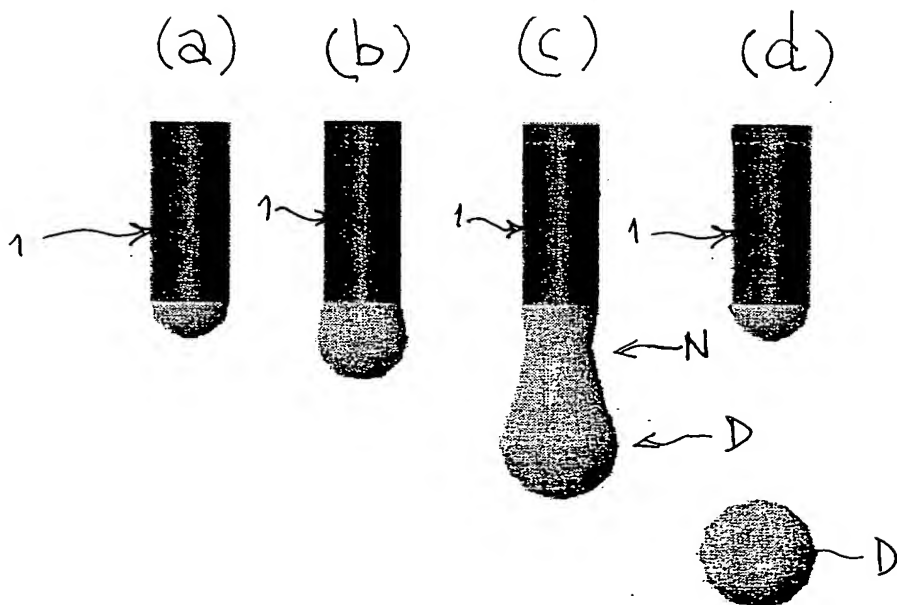
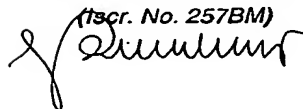


FIG.6



 CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

GIUSEPPE QUINTERNO  
(Is. No. 257BM)



TO 2003A000210

FIG.7

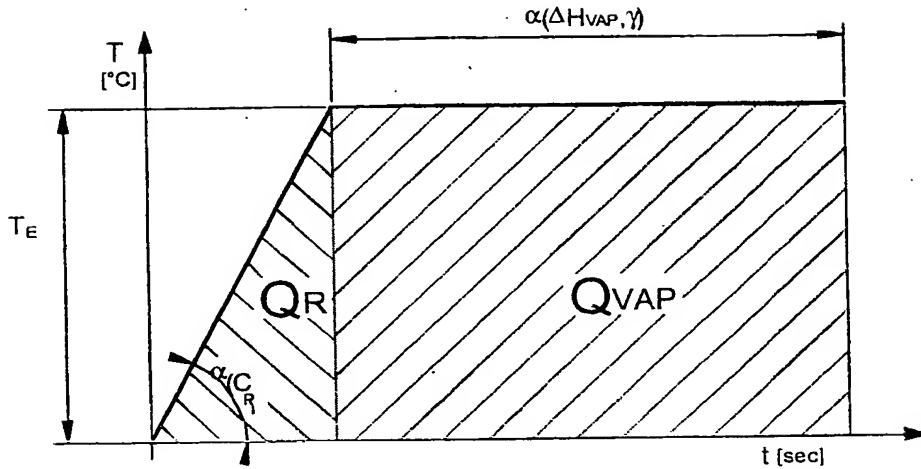
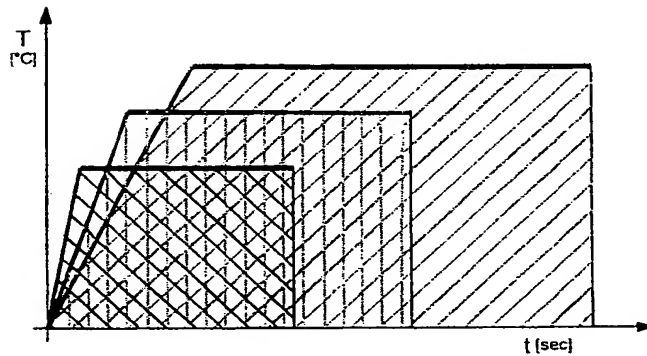


FIG.8



CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

GIUSEPPE QUINTERNO  
(Iscr. No. 257BM)

*[Signature]*

FIG.9

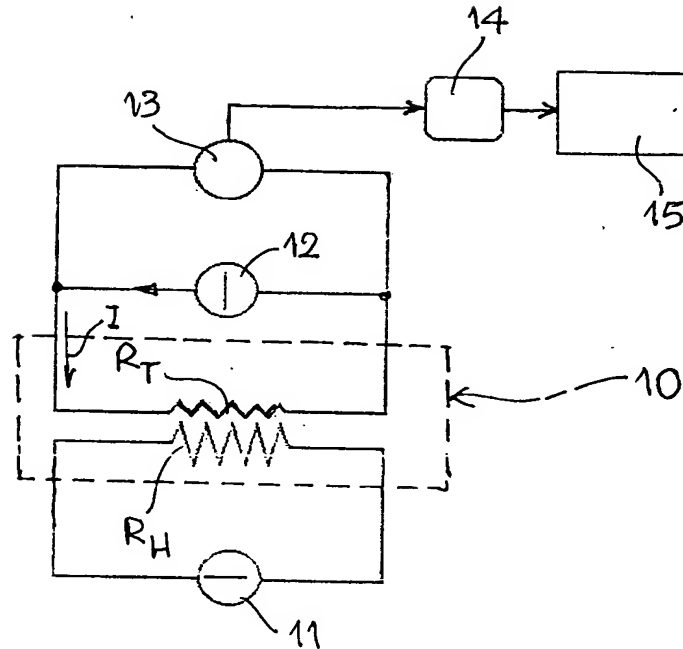
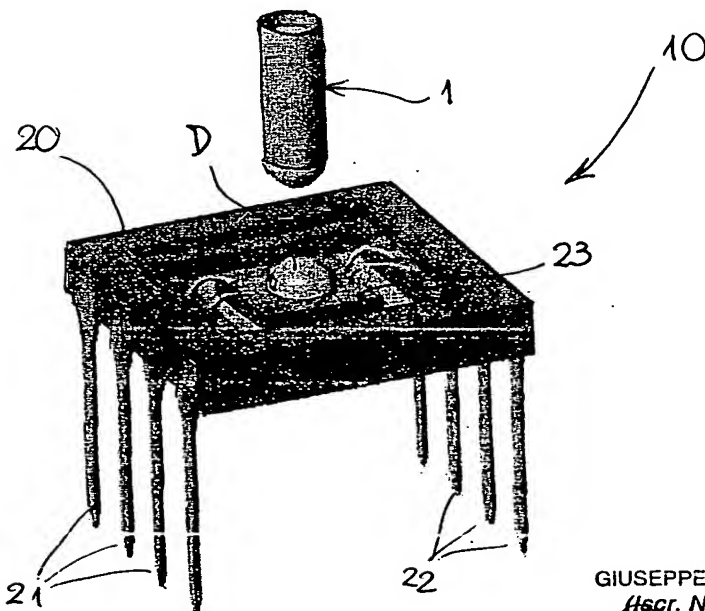


FIG.10



CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIE ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

GIUSEPPE QUINTERNO  
(scr. No. 257BM)

*Quinterno*



FIG. 11

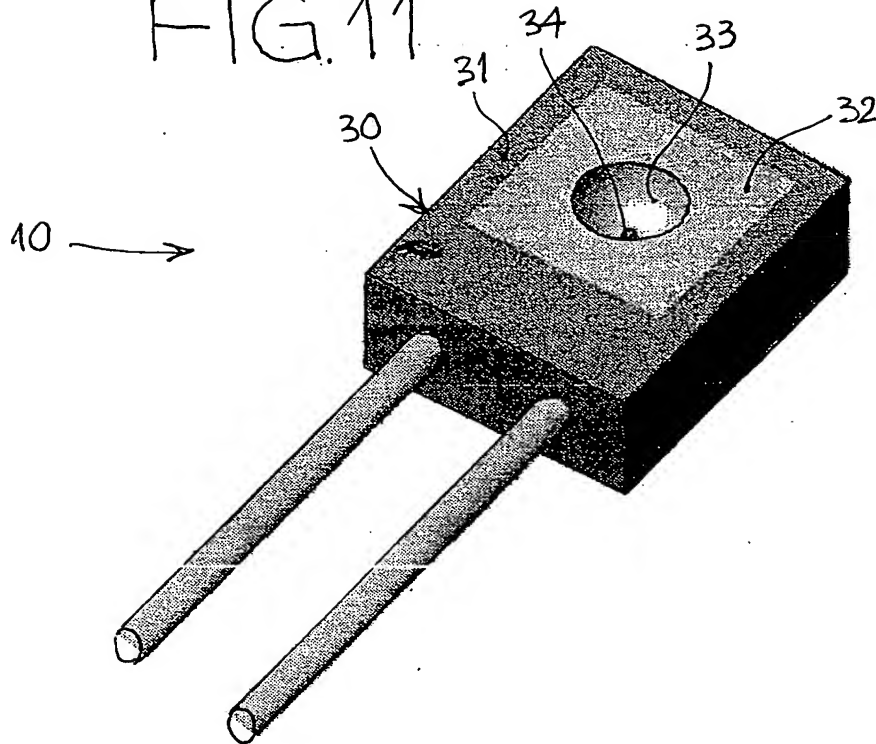
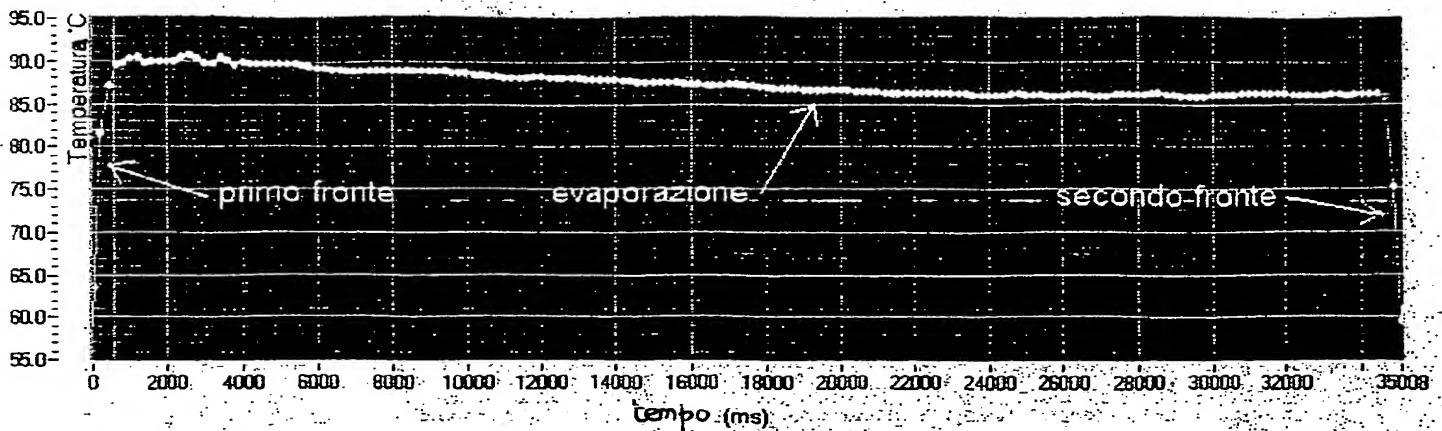


FIG. 12

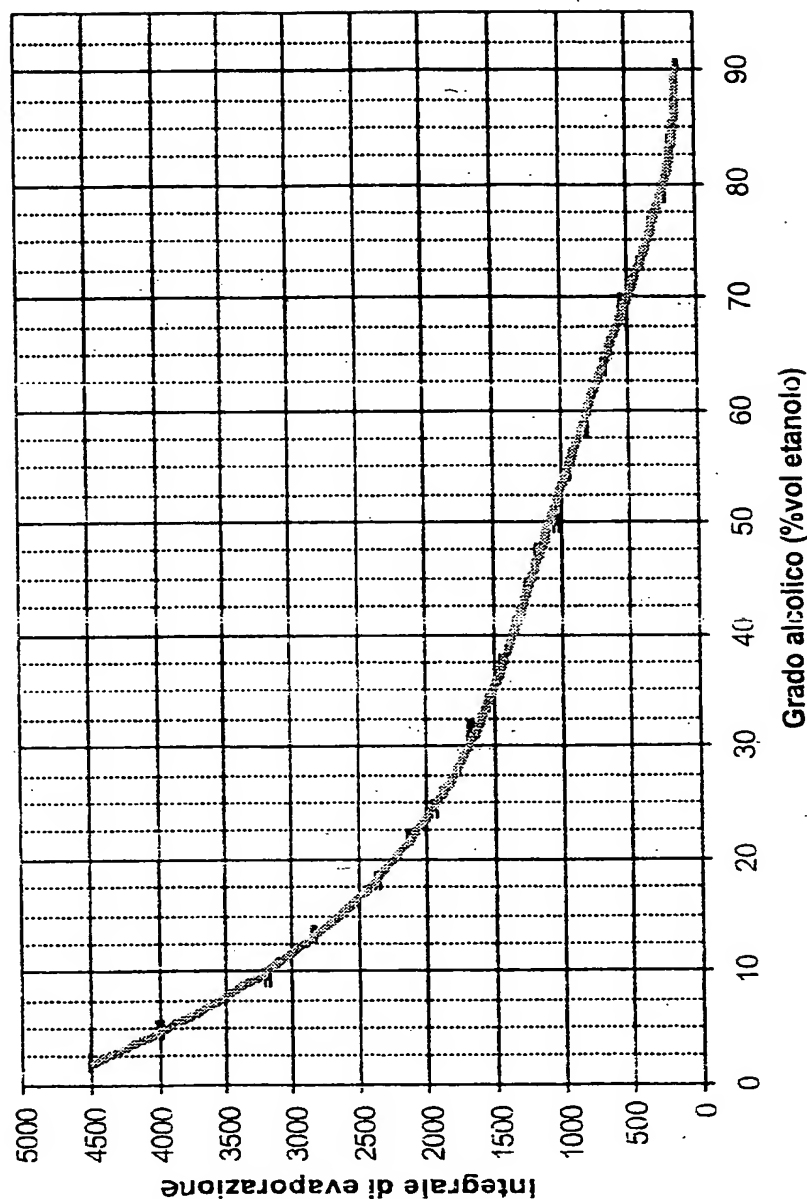


CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

GIUSEPPE QUINTERNO  
(Isor. No. 257BM)

*Giuseppe Quinterno*

FIG.13



CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

GIUSEPPE QUINTERNO  
(Isr. No. 257BM)

*Giuseppe Quinterno*

FIG. 1

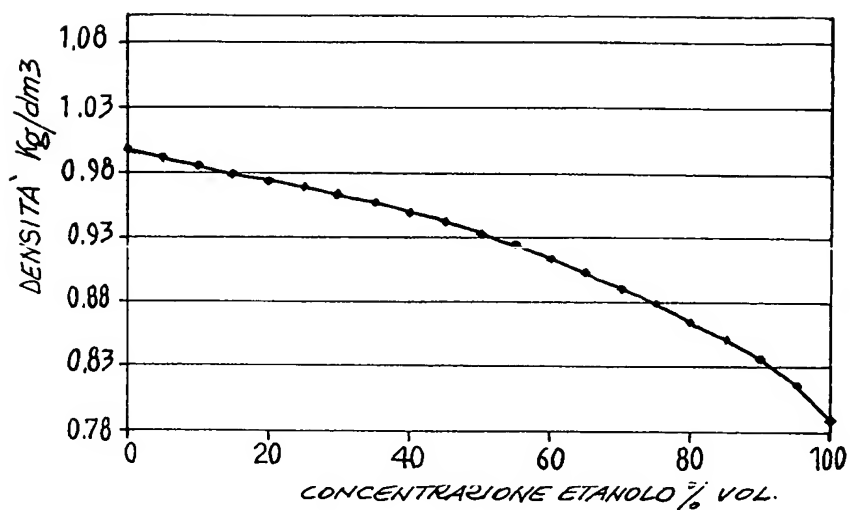


FIG. 2

CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

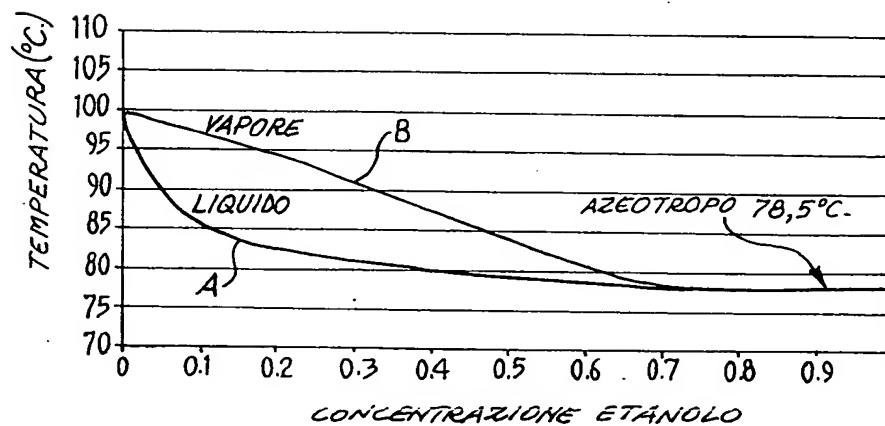
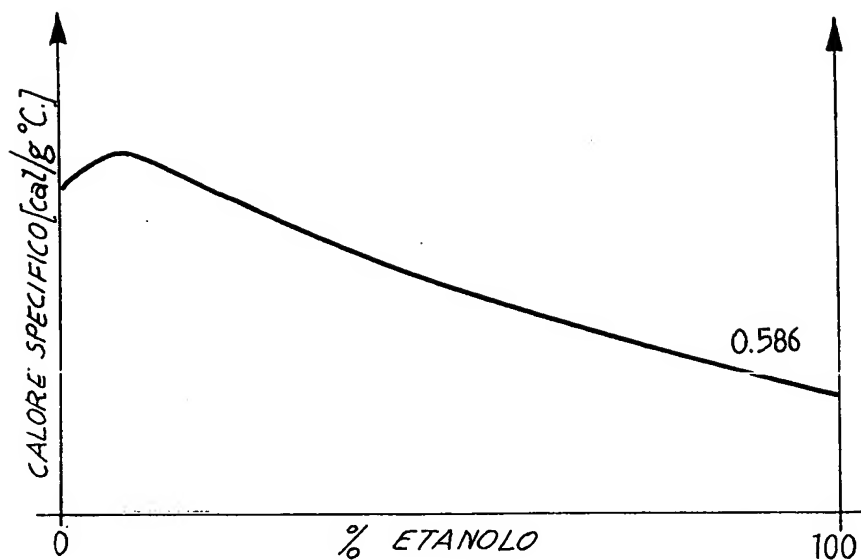


FIG 3



CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

FIG.4

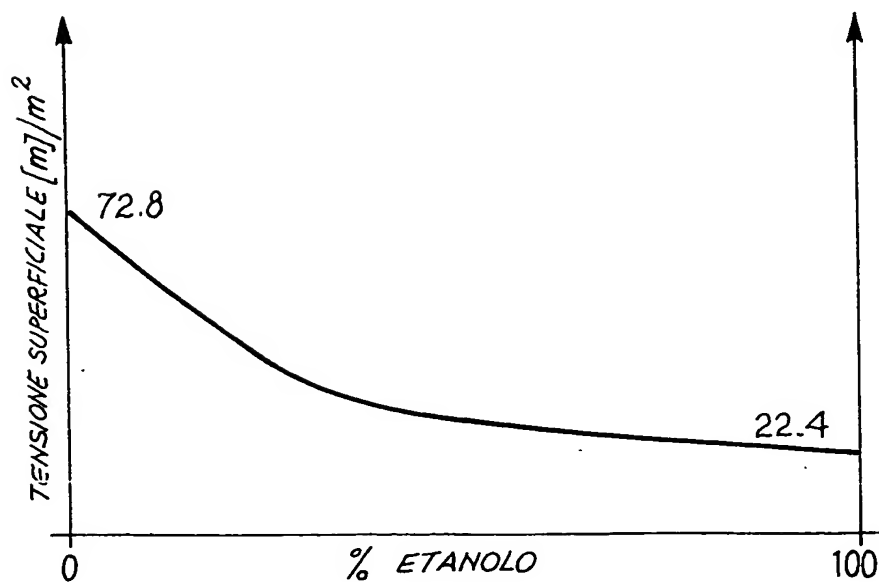
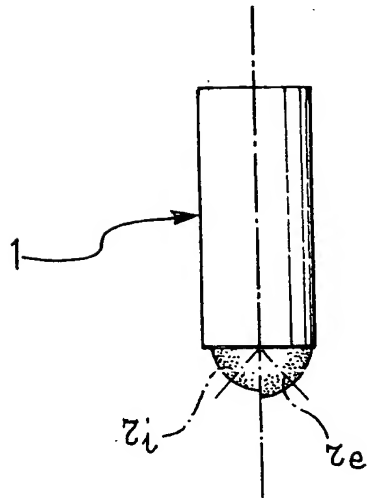


FIG. 5



CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

FIG. 6

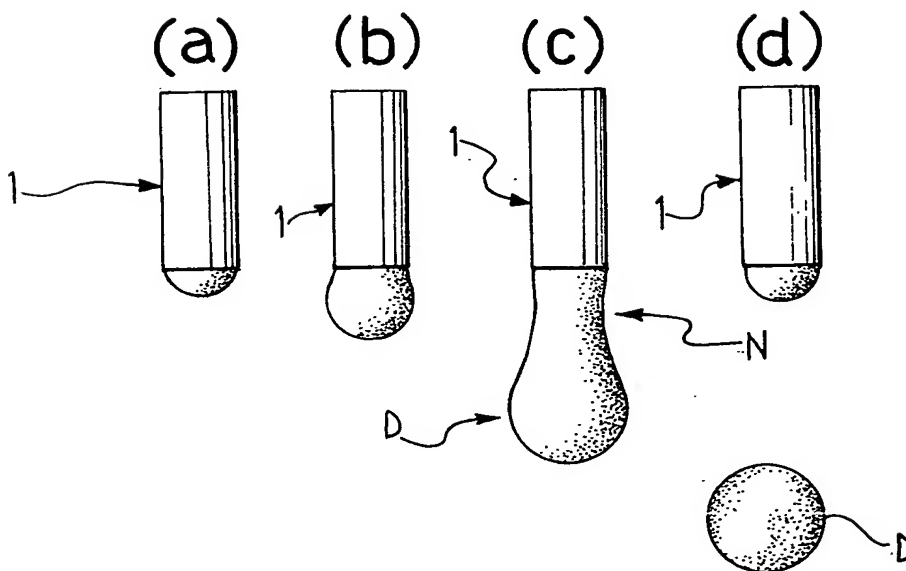
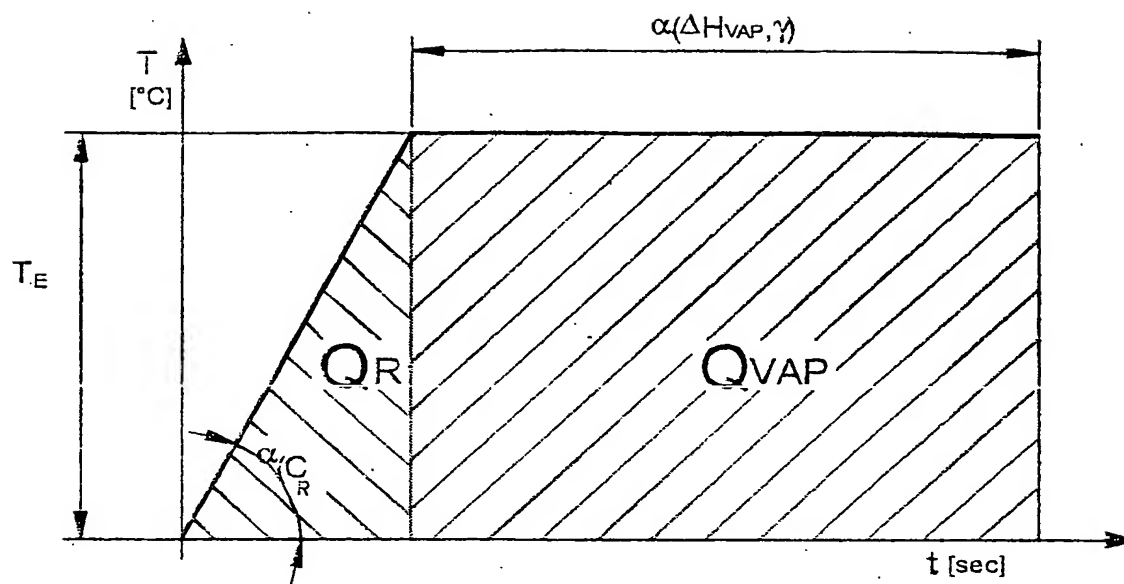


FIG. 7



CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

FIG. 8

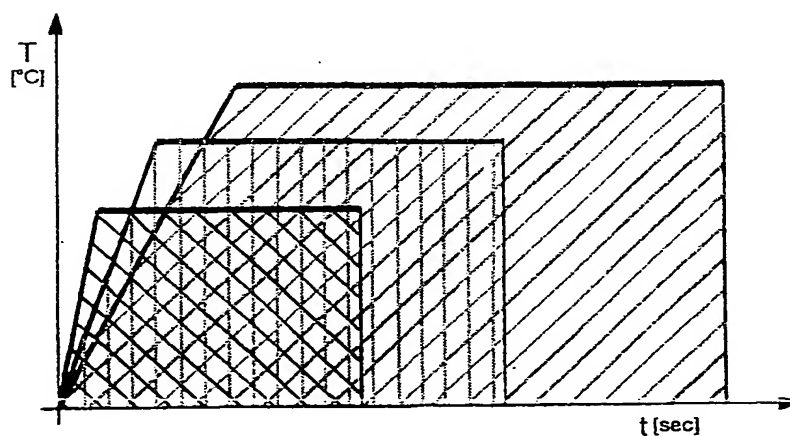
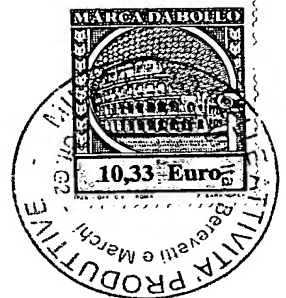
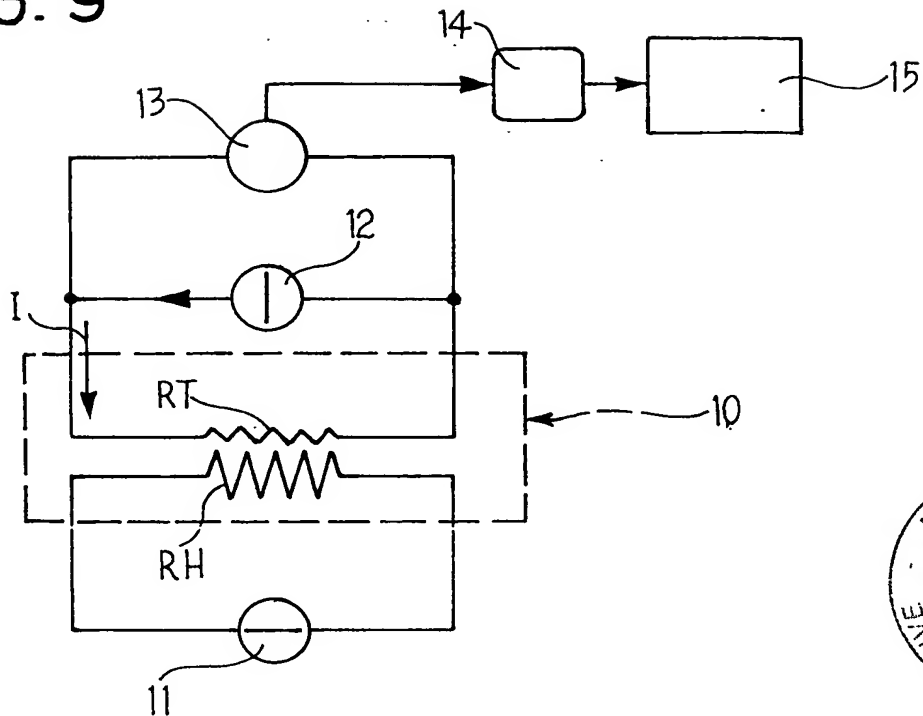
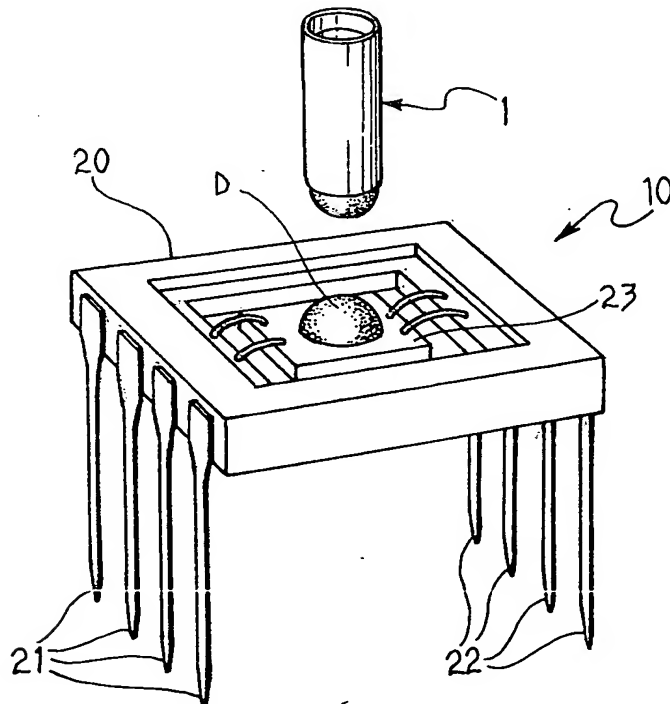


FIG. 9



CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

FIG. 10



PAOLO RAMBEA  
(iscr. No. 435BM)

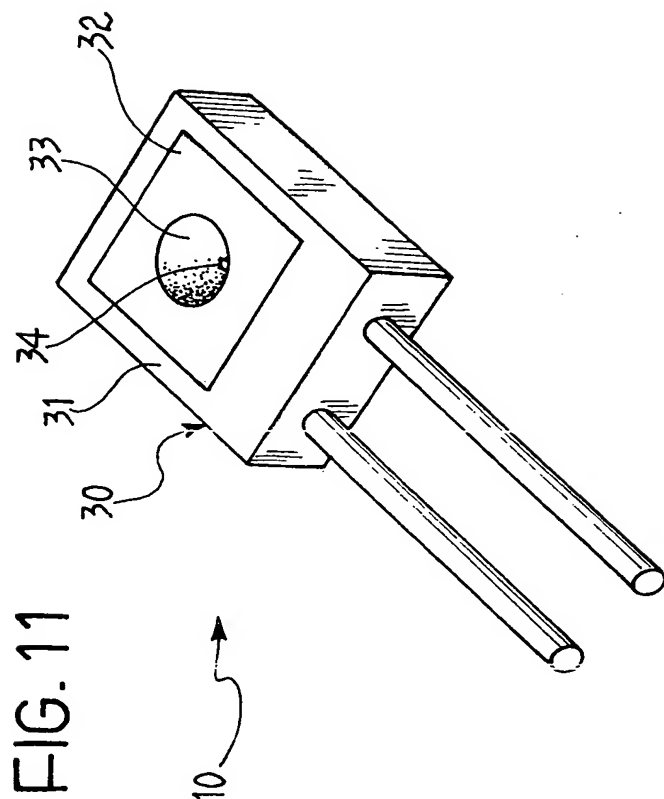


FIG. 12

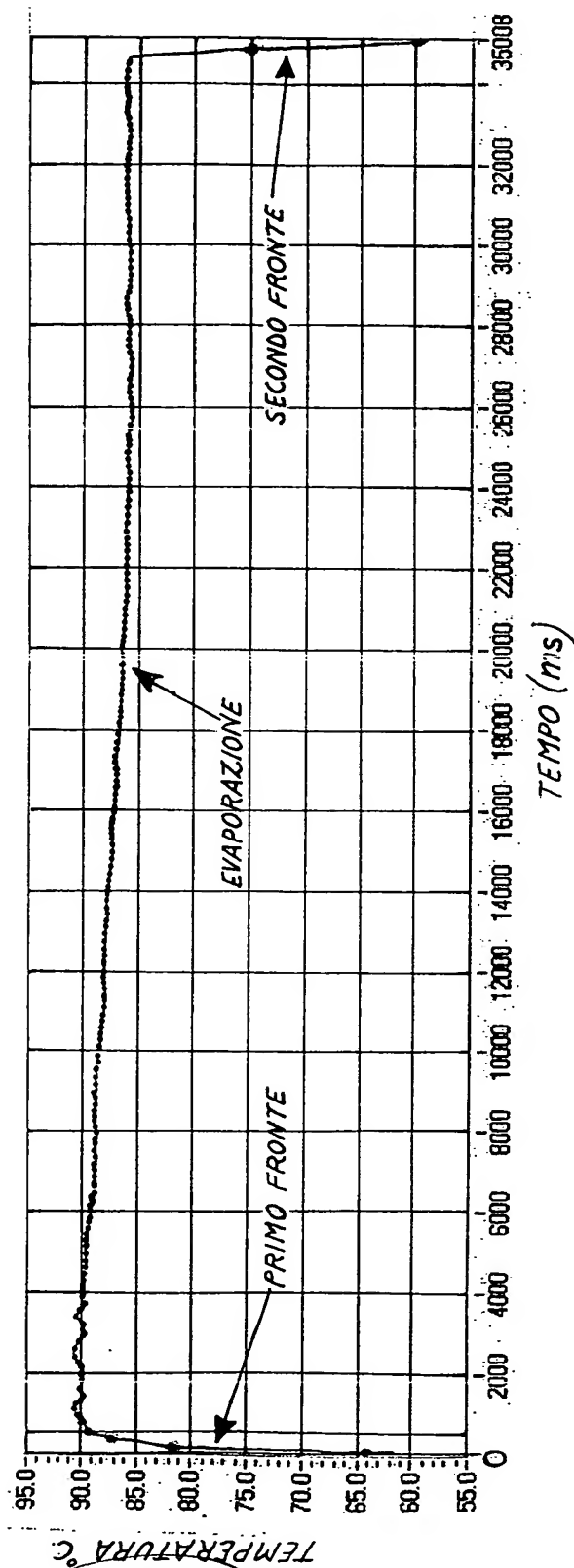




FIG. 13

